

М.И. Муслимов

МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО: ТРЕНДЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Национальная Ассоциация организаций и управленцев сферы здравоохранения

Резюме. Рост количества медицинских технологий в здравоохранении бросает глобальный вызов. Молекулярно – генетическая диагностика, генные и геномные технологии, клонирование органов и тканей, бионические сенсорные протезы – все это может активно применяться в практическом здравоохранении через десятки лет. В последнее время в России наблюдается настоящий бум создания инновационных медицинских компаний, которые разрабатывают программное обеспечение и цифровые мобильные медицинские устройства для контроля основных параметров состояния организма в реальном режиме времени.

Ключевые слова: медицина будущего, геномные технологии, телемедицина, клонирование органов и тканей, бионические протезы, искусственный интеллект, робототехника, цифровая медицина.

Рост количества новых медицинских технологий в индустрии здоровья бросает глобальный вызов системе здравоохранения в целом. Стремительно меняющиеся условия и характер медицинской деятельности приводит к тому, что казавшиеся ранее незыблемыми устои оказания медицинской помощи сегодня претерпевают существенные катаклизмы, причиной которым являются современные высокоэффективные технологические решения [1].

Молекулярно-генетическая диагностика, биоинформационный анализ геномных и биомаркерных данных, генная терапия, регенеративная медицина, клеточная инженерия, создание таргетных биопрепаратов, новых типов генно-инженерных вакцин, персональная телемедицина, системы искусственного медицинского интеллекта – вот далеко не полный перечень инноваций, пришедших в современную клиническую практику.

Что ждет медицину в будущем? Какие основные тренды развития здравоохранения мы можем наблюдать уже сейчас, в наше время? Рассмотрим некоторые из них...

Медицина 4P. Новые технологии определяют необходимость перехода к новой модели организации медицинской помощи - к медицине 4P. Это модель, в которой сегодняшняя фокусировка здравоохранения на выявлении и лечении заболеваний замещается фокусировкой на выявлении предрасположенности к развитию заболеваний (P1 - предикция), предотвращении появления заболеваний (P2 - превентивность), индивидуальном подходе к каждому пациенту (P3 - персонализация), мотивированном участии пациента в профилактике заболеваний (P4 - партисипативность) [2].

На сегодняшний день к медицине 4P наибольшим образом готов частный медицинский бизнес. Первоочередная задача, привлекая финансовые ресурсы в частную систему здравоохранения, формировать новый облик российской службы здоровья, основанный на концессионных принципах частно-государственного партнерства, что позволит обеспечить высокое качество медицинской помощи,

полноценную круглосуточную доступность медицинских услуг и обширные технологические возможности, которые открывает перед врачом и пациентом цифровая медицина будущего.

Принтерная биопечать. Главным приоритетом медико-биологических является биопечать различных органов и тканей организма, полученных из клеточного материала конкретного индивидуума. Таким образом, с решением проблемы аллотрансплантации отдельных органов решается проблема гистосовместимости, в связи с отсутствием реакции «трансплантант против хозяина» [3].

Полноценные биологические аналоги сердца, почек, желудка, поджелудочной железы, суставов, глазных яблок, уха и т.д., будут создаваться поточным методом на скоростных 3D биологических принтерах [4].

Генная терапия. Высокие генетические технологии позволят создавать генно-модифицированные модели человека с заданными биологическими свойствами. Так, генетическая модификация на уровне генома X или Y-хромосомы позволит избавиться от генетически-детерминированных заболеваний, создавать биообъекты, не подверженные таким заболеваниям, как сахарный диабет, рак, болезнь Альцгеймера и ряда других [5].

В 2016 году было проведено 2300 клинических испытаний по генной терапии различных болезней. Это, преимущественно рак (64%), моногенные заболевания, вызванные мутацией в одном гене (9,5%), сердечно-сосудистые (7,9%) и инфекционные (7,9%). Для ряда заболеваний генная терапия оказалась вполне успешной [6].

Уже сегодня без медико-генетического типирования трудно себе представить адекватное ведение беременности: генетические тесты позволяют идентифицировать наследственную патологию у плода на самых ранних стадиях его развития [7].

Современное лечение сахарного диабета также зиждется на технологиях генной терапии [8].

Разработанный недавно метод CRISP-cas9 – редактирование генома, в настоящее время активно развивается. В недалеком будущем генетическая трансформация поврежденных участков генома, вызывающего те или иные заболевания и расстройства станет обычной, рутинной операцией в практике врача [9].

Внедрение гена теломеразы (TERT), нарушение работы гена *Agtr1a*, нокаут *GHRKO*, нарушение в генах, кодирующих рецепторы к ИФР-1, сверх экспрессия *FGF21*, нокаут *AC5*, удаление *RIP3*, редактирование гена *PCSK9*, сверх экспрессия *Klotho*, нокаут *RAGE*, сверх экспрессия *BubR1*, сверх экспрессия *MTH1* — всё это примеры самых эффективных способов генной инженерии, позволяющих продлевать жизнь животным до 30% [10].

Клонирование органов и тканей. В целях депонирования клеточно-тканевого материала в ближайшем будущем будут разработаны технологии по клонированию отдельных органов человека на основе индивидуальной клеточной идентификации. Пациент может также хранить свой клеточный биоматериал в жидком азоте

неограниченное время, а в случае необходимости, методами генной инженерии любые ткани человека могут быть воссозданы заново [11].

Биополимерные суставы и связки. Практически все искусственные суставы будут производиться из высококачественных биополимеров, выполненных по технологии биологического клонирования собственного клеточного материала пациента. Внедряемые импланты будут полностью соответствовать «живым» тканям организма и процессы иммунологического отторжения будут сведены к нулю [12].

Бионические сенсорные протезы. В последние годы в сфере здравоохранения появилось такое научное направление, как «биомехатроника», которое представляет собой соединение робототехники и нервных клеток человека. Задачей научных исследований в этом направлении является разработка искусственных конечностей (бионических протезов), которыми можно будет управлять с помощью силы мысли [13].

Искусственная кожа и самовосстанавливающиеся полимерные мышцы. Самовосстановление кожного покрова на основе технологии XPL (сшитый полимерный слой), кожные трансплантаты из стволовых клеток, «живая» кожа с использованием искусственного коллагена и эластина – вот далеко не полный перечень технологий, которые реализуются уже сегодня. Мышечная искусственная ткань позволит обеспечить самовосстановление поврежденной мышцы за счет создания вазоактивных полимерных наночастиц, биологически идентичных двигательной единице мышечной клетки [14-15].

Информационные носимые устройства и гаджеты. В основе здоровьесберегающих технологий лежат принципы информирования пациента или его лечащего врача о всех проблемах со здоровьем, возникающих в процессе терапии или динамического наблюдения. Носимые устройства и гаджеты – реалии сегодняшнего дня – позволяют в реальном режиме времени мониторить основные параметры гомеостаза, сигнализировать о критических состояниях. Так, носимые комплексы могут отслеживать сердечный ритм, пульсовую волну, температуру тела, уровень глюкозы и гормонов, работу внедренных искусственных имплантов и много других показателей, с передачей по телемедицинским или иным коммуникационным каналам информацию на смартфоны и другие гаджеты. Такие устройства могут контролировать время приема лекарственных препаратов, влиять на компоненты здорового образа жизни, информировать пациента и врача о характере текущих изменений в состоянии здоровья и обеспечивать динамическое прогнозирование. Не за горами разработка и внедрение микро-тестеров оценки состояния здоровья, вводимых внутрь организма парентеральным путем [16-17].

В последнее время в России наблюдается настоящий бум создания инновационных медицинских компаний, которые разрабатывают программное обеспечение и цифровые мобильные медицинские устройства для контроля основных параметров состояния организма в реальном режиме времени. По данным Вашингтонского института стратегических исследований Brookings, в 2017 г. объем

российского рынка мобильных медицинских устройств составил примерно 800 млн долл. [18].

Искусственный интеллект Artificial Intelligence (AI). Роль искусственного интеллекта в медицине неопределима. С развитием цифровых технологий и создания глобальных баз данных big data, такие системы позволяют синтезировать новые молекулярные структуры лекарственных препаратов, создавая основы таргетной терапии, а также автоматизировать верификацию окончательного диагноза на основе многочисленных форматов данных лабораторных и клинических признаков [19].

Уже сегодня созданы промышленные образцы таких систем, которые анализируют многочисленные данные КТ и МРТ и формируют для врачей-специалистов автоматизированное экспертное заключение, помогающее им в постановке диагноза [20].

В сочетании с телемедицинскими технологиями системы ИИ смогут распознавать тревожные симптомы в результатах анализов, распознавать Rg, КТ и МРТ изображения, заполнять медицинские карты на основе технологии распознавания голоса, подбирать идеальные лекарства для пациента по его запросам (цене, эффективности и т.д.), анализировать данные с носимых гаджетов и выдавать экспертные решения и прогнозы/ В процессе своего развития находятся и системы визуальной идентификации динамических изображений, например с УИ-сканеров, электрокардиографов или систем электроэнцефалографии. В ближайшем будущем врач-специалист будет целиком и полностью зависеть от решений искусственного интеллекта по диагностическим информационным массивам. Точность при диагностике опухолей по радиологическим изображениям превышает 90% [21]. Объем рынка ИИ, составлявший в 2014 году 600 млн US\$, по прогнозным оценкам к 2021 году увеличится до 6,68 млрд.US\$ [22].

В сочетании с телемедицинскими технологиями системы ИИ смогут распознавать тревожные симптомы в результатах анализов, распознавать Rg, КТ и МРТ изображения, заполнять медицинские карты на основе технологии распознавания голоса, подбирать идеальные лекарства для пациента по его запросам (цене, эффективности и т.д.), анализировать данные с носимых гаджетов и выдавать экспертные решения и прогнозы [23].

На сегодняшний день в мире ведущие разработки в данной области принадлежат крупным IT-компаниям – Google, IBM, Microsoft. К 2025 году планируется, что системы искусственного интеллекта проникнут практически во все сферы деятельности здравоохранения [24].

Работа систем искусственного интеллекта строится по принципу нейросетей. Чем больше объем связанных между собой данных, подлежащих автоматическому компьютерному анализу, тем точнее верификационные характеристики и прогнозные оценки. Разработка нейросетевых устройств и внедрение их в практику здравоохранения – один из основных трендов в мировой медицине [25-26].

Анализ потенциала российских участников перспективного рынка товаров и услуг, связанных с технологиями ИИ, достаточно высок. Конкурентным преимуществом России, является наличие большого количества высококвалифицированных специалистов в сфере машинного обучения в целом и в области технологий глубокого машинного обучения, в частности, которые, по мнению экспертов, способны внести значительный вклад в развитие не только российской, но и мировой цифровой экономики [27].

Создание массивных хранилищ медицинских данных в формате big data и их быстрая обработка специальными аналитическими средствами на сегодняшний день представляет собой самый динамично-развивающийся сектор цифровой медицины. По данным ряда американских исследователей, в США на долю развития этого направления приходится 12-17% национальных расходов на здравоохранение [28].

В рамках принятых в России программ и положений, участие частного бизнеса в формировании информационных массивов big data более, чем оправдано.

Терапевтические антитела, клеточная терапия, молекулярные ножницы. Моноклональные антитела, специально выращенные и иммунизированные Т-лимфоциты (Т-киллеры, Т-супрессоры и т.д.), искусственные антигены относят к классу терапевтических антител Современное лечение ВИЧ-инфекции, многих форм рака базируется на принципах активной иммунотерапии аутологичного клеточного материала больного, после амплификации которого они вводятся обратно в организм человека.

Для клеточной терапии используются стволовые клетки человека, из которых синтезируются высокодифференцированные фибробласты, кардиомиоциты, гепатоциты и другой клеточный материал. «Молекулярные ножницы» используются в технологии геномного редактирования как основа генной терапии. Образно говоря, ножницы – это синтетическая последовательность аминокислот, которая распознает нужную последовательность аминокислот в цепочке ДНК и вырезает ее [28-30].

«Умные таблетки». Формат инновационных лекарственных средств со встроенными электронными чипами, позволяющие обеспечить таргетность (целеуказание) базисной терапии. Такие препараты воздействуют на строго определенные биологические структуры, как на органном, так и на клеточном уровне. Уже сегодня создаются лекарственные формы направленного действия, обеспечивающие поступление биологически-активных субстанций непосредственно в клетки, например наноалмазы с молекулярными лекарственными насадками. Таргетная (целевая) терапия позволит качественным образом изменить подходы к лечению онкологических и иных, социально-значимых заболеваний [31].

Создание новых диагностических тест-систем. Качественная лабораторная диагностика является камнем преткновения в клинической врачебной практике. От ее точности и адекватности зависят терапевтические подходы и решения, принимаемые врачом в отношении пациента. Медицина будущего предусматривает создание скрининговых экспресс-диагностикумов на основе твердофазных носителей,

обеспечивающих детекцию антигенов (а не антител), что позволяет в реальном режиме времени по капле любой биологической жидкости обеспечить диагностику практически любого заболеваний как инфекционной, так и неинфекционной природы. В здравоохраненческих трендах создание интеллектуальных диагностических систем, как правило – неинвазивных, основанных на новых физических принципах, обеспечивающих постоянный мониторинг здоровья и принимающих самостоятельные решения в вопросах его коррекции [32-34].

Робототехника в медицине. Безусловно, повсеместное развитие роботизированных комплексов в мире не обошло стороной и такую важную сферу человеческой деятельности, какой является здравоохранение. Внедрение малоинвазивных хирургических технологий на основе эндоскопических методов, внедрение хирургических роботов, таких как Da Vinci и др., разработка и создание роботов-помощников, способных поднять и перевернуть лежащего больного, обеспечить ему полноценный сестринский уход – не иллюзии фантастов. Такие системы активно разрабатываются и не менее активно внедряются. Робот-помощник врача, с конструктивными особенностями для каждой медицинской специальности, функционирующий по принципу динамической нейросети – это самая реальная цифровая перспектива в медицине будущего, «цифровой» медицине... [35-36].

Говоря о «цифровой» медицине в целом, как о важнейшем направлении в мировом здравоохранении, следует отметить, что именно в последнее десятилетие в ряде развитых стран (включая США, Германию и Великобританию) были приняты законы и специальные программы, обеспечившие необходимую институциональную и техническую инфраструктуру для информатизации здравоохранения в национальном масштабе [37].

В России актуальным аспектам «цифровой медицины» также уделяется пристальное внимание со стороны государства. Принятые нормативно-правовые акты по данной проблеме призваны обеспечить граждан доступной медицинской помощи по месту ее требования и соответствующей современным критериям своевременности, персонализации, превентивности, технологичности и безопасности. К 2025 году не менее, чем на 30% будет повышена производительность и эффективность использования материальных, человеческих, информационных и иных ресурсов при оказании медицинских услуг, также будет создана экосистема цифрового здравоохранения, предусматривающая поддержку отечественных старт-апов и трансфер инновационных решений в медицинскую сферу [38-39].

К основным критериям цифрового здравоохранения следует, по нашему мнению, отнести четыре основополагающих фактора, влияющих на его развитие: расширение научно-технического прогресса в целом; мировая глобальная информатизация и обеспеченность мобильным доступом в Интернет; пациентоцентричность; датацентричность.

Совокупность этих факторов дает большие преимущества для развития цифровой медицины в России. Сюда же следует добавить и наши обширные

расстояния, большое количество малых населенных пунктов, где первичная помощь оказываются на уровне фельдшерско-акушерских пунктов...

«Цифровая медицина» - это прежде всего высокотехнологичные управленческие подходы в создании новой модели здравоохранения, позволяющие собирать и обрабатывать, в том числе дистанционно, большие объемы данных на популяционном уровне для принятия обоснованных оптимальных стратегически решений, выявлять новые направления развития.

Для обеспечения граждан преемственностью при оказании медицинской помощи, доля всех медицинских организаций всех форм собственности, подключенных к ИЭМК ЕГИСЗ (интегрированной электронной медицинской карте Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения) к 2020 году составит 100%.

К 2020 году будут разработаны и апробированы отечественные имплантируемые и неинвазивные устройства (диагностические и лечебно-диагностические), обеспечивающие на основе технологии «нейронных сетей» непрерывный мониторинг состояния здоровья пациентов, в рамках действующих нозологических регистров. Они будут измерять давление, пульс, сахар крови и т.д. с экстренным оповещением в критических случаях. К 2025 году запланировано ввести в строй 200 таких аппаратных комплексов.

В ходе полной цифровой трансформации отечественной медицины к 2025 году планируется перевести все медицинские организации на электронный документооборот, т.е. все формы медицинских документов, используемых при оказании медицинской помощи, включая медицинские карты пациентов, рецепты, отчетность - должны быть электронными.

Количество бизнес-инкубаторов и акселераторов, созданных институтами развития в области цифрового здравоохранения достигнет к 2025 году 12

К 2025 г. будут разработаны и полностью апробированы цифровые сервисы электронной выписки рецептов и контроля движения лекарственных средств от производителя, через врача, аптеку, до конечного потребителя. Также будут определены перечни, условия применения, порядки и стандарты оказания медицинской помощи с применением технологий цифрового здравоохранения, включая многоуровневую систему телемедицинских консультаций и возможность пациента получить второе мнение по выставленному диагнозу.

Для формирования экосистемы цифровой экономики, к 2025 году будет обеспечено наполнение семантического ядра на основе гармонизированных российских и международных справочников, классификаторов, тезаурусов и онтологий, для совместного использования информационных медицинских ресурсов и стандартизации взаимодействия врачей и пациентов.

Количество выполненных пилотных проектов и организованных научно-образовательных и научно-производственных кластеров на базе федеральных

государственных бюджетных учреждений Минздрава России (Национальных медицинских центров Минздрава России) к 2025 году достигнет 22.

Одним из стремительно развивающимся направлением дигитализации здравоохранения является телемедицина, позволяющая оказывать медицинские услуги дистанционно, в любое время суток и независимо от расстояния до пациента. Развитие телемедицинских технологий предоставляет частному медицинскому бизнесу неограниченные возможности для создания новых инновационных диагностических скрининговых систем, способных на передачу по телекоммуникационным сетям данных диагностических исследований, что позволит врачу сформировать первичный диагноз и определиться с тактикой лечения. Такие технологии будут востребованы в условиях Крайнего Севера на вахтовых производствах, в территориях с дефицитом врачебных кадров [40].

Согласно закона о телемедицине, вступившего в действие с января 2018 года и других нормативно-правовых актов, предусматривается создание Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕМИАС), в ней будут содержаться данные персонифицированного учета и федеральных регистров в сфере здравоохранения, сведения о медорганизациях и медицинской документации, данные об организации оказания высокотехнологичной медпомощи, обеспечении граждан льготными лекарствами и др. Единая система будет обеспечивать возможность предоставления гражданам услуг в сфере здравоохранения в электронной форме через Единый портал госуслуг. Основные компоненты ее будут размещены на базе действующей ЕМИАС [41-42].

Говорить о медицине будущего можно бесконечно долго... Медицинские технологии стремительно развиваются. И то, что вчера казалось вымыслом фантастов, сегодня приобретает зримые черты. Безусловно, для медицины будущего потребуются новые специалисты и управленческие кадры. Подготовка таких кадров должна быть осуществлена уже сегодня. В этой связи, Минздрав России, начиная с 2019 года, организует подготовку специалистов новых профессий: сетевой врач, IT-медик, специалист по тканевой инженерии, молекулярный диетолог [43]. Подобные решения – залог нашего поступательного движения вперед, к светлым перспективам медицины будущего.

Литература.

1. Хабриев Р.У., Ягудина Р.И., Правдюк Н.Г. Оценка технологий здравоохранения. Монография //Московское информационное агентство, г.Москва. -2013 – 416 с.
2. Герасименко Н.Ф. 4-П медицина – новое направление развития здравоохранения // Федеральный справочник: Здравоохранение России.- Т.13.-М.- Издательский центр «Президент»,- 2013.- С. 96.
3. Mironov V. et al. Organ printing: tissue spheroids as building blocks. // Biomaterials 30.- 20092164-2174 .
4. Murphy S.V. , Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs.// Nat. Biotechnol. 32/- 2014773–785.
5. Степаничев М. Ю. Современные подходы и перспективы применения генной терапии при болезни Альцгеймера // Нейрохимия.- 2011.- т. 28. -№ 3.- С. 181-191

6. Электронный ресурс [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1521-2254](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-2254).
7. Агаджанова А.А. Современные методы терапии больных с привычным невынашиванием беременности // «РМЖ». - №1.-2003.- С.3.
8. Кужекина Ю.С., Воробьева А.С., Василенко С.А., Купша Е.И. Достижения генной инженерии в лечении сахарного диабета // Международный студенческий научный вестник.- 2017.— № 6.; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17882> (дата обращения: 02.10.2018).
9. Валетдинова К.Р. Применение системы CRISPR/Cas9 для создания и исследования клеточных моделей наследственных заболеваний человека// Гены & Клетки, -Т. X/-, № 2.- 2016.- С.10-20.
10. Веремеенко Д. Генная терапия старения vs фармакология//Электронный ресурс Nabr, доступ 2.10.2018 в 11:06.
11. Миненко И.А., Сердюков Д.Г. К вопросу об истории клонирования вестник новых медицинских технологий.-2014.-№1.-Электронный журнал,УДК576.32 DOI 10.12737/2907.
12. Берсенева О. А., Кулемина О. А. Полимеры нового поколения // Современная химия: Успехи и достижения: Материалы II Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). - Чита: Издательство Молодой ученый. - 2016. - С. 27-29.
13. Солодимова Г.А., Спиркин А.Н. Информационно-измерительная система бионического протеза нижней конечности //Измерение.Мониторинг.Управление. Контроль.- 2018.-№1(23).- С.57-65.
14. Kötteritzsch J., Hager M.D., Schubert U.S. Tuning the Self-Healing Behavior of One-Component Intrinsic Polymers// Polymer. -2015. -V. 69.- P. 321-329.
15. Ситников Н.Н., Хабибуллина И.А., Мащенко В.И., Ризаханов Р.Н. Оценка перспектив применения самовосстанавливающихся материалов и технологий на их основе // Перспективные материалы. -2018- №2-С. 5-16.
16. Старовойтова В. А., Тараник М. А., Копаница Г. Д. Исследование современных медицинских портативных устройств Исследование современных медицинских портативных устройств //Врач и информационные технологии. – 2016. -№2, С.54-60.
17. Баулина О.В., Василевский Н.В., Снопкова Е.В. Использование современных мобильных технологий в здравоохранении, 2014 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru>.
18. mHealth in China and the United States: how mobile technology is transforming healthcare in the world's two largest economies. Washington DC; 2014. 36 p.
19. Жариков О.Г., Ковалев В.А., Литвин А.А. Современные возможности использования некоторых экспертных систем в медицине // Врач и информационные технологии.- 2008.- № 5.- С. 24–30.
20. Shelmanov A.O, Smirnov I.V, Vishneva E.A. Information extraction from clinical texts in Russian. Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Papers from the Annual International Conference Dialogue. Issue 14 (21). 2015. 1: 560–572 p.
21. Toney L., Vesselle H. Neural Networks for Nodal Staging of Non–Small Cell Lung Cancer with FDG PET and CT: Importance of Combining Uptake Values and Sizes of Nodes and Primary Tumor // Radiology. - 2014.- V. 270.- №. 1.- 91-98 p.
22. Сандлер А. Что нужно успеть корпорациям и стартапам? Материалы научно-практической конференции «Digital Health: инновационное мероприятие по цифровой медицине. 18.02.2018 Электронный ресурс: <https://blog.mednote.life/articles/digital-health-innovacionnoe-meropriyatie-po-cifrovoyu-medicine> (дата обращения 04.09.2018).
23. Цветкова Л. Технологии искусственного интеллекта как фактор цифровизации экономики России и мира // Экономика науки. -2017. -Т. 3. -№ 2.- С. 126–144.
24. Крючин О.В. Искусственные нейронные сети и кластерные системы. Реализация нейросетевого симулятора // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки.- 2010.- Т. 15.- № 1.- С. 306-311.
25. Волчек Ю.А. Шишко О.Н. Спиридонова О.С. Мохорт Т.В. Положение модели искусственной нейронной сети в медицинских экспертных системах // Juvenis Scientia.- 2017.- №

9.- С.4 - 9.

26. Frolov A. Transactions for the week: Russian Venture market news from December 12 to December 18 // Vc.ru. -2016.- 19.12.2016.

27. Kayyili B., Knott D., Van Kuiken S. The big-data revolution in US health care: accelerating value and innovation.// McKinsey Quarterly [updated 2013 Apr; cited 2016 May 3).

28. Козлов И.Г. Моноклональные антитела – новая эра в фармакологии и терапии// Лечебное дело- 2006. -№1.- С.26-31.

29. Сергеев В.С., Тихоненко Т.И., Буклаев Д.С., Баиндурашвили А.Г., Афанасьев Б.В. Клеточная терапия несовершенного остеогенеза // Гены & Клетки.- Т. XI.- № 4.- 2016 С.22-33.

30.Козловский Б. Электронный ресурс РБК:

<https://www.rbc.ru/ins/business/16/12/2015/56702f8b9a7947ea0976ff97>.

31 Электронный ресурс <https://novate.ru/blogs/280515/31450>.

32. Заседателев А. С. Биологические микрочипы для медицинской диагностики // Наука и технологии в промышленности. -2005.- № 1.- С. 18—19.

33. Грядун Д. А., Зименков Д. В., Михайлович В. М. Технология гидрогелевых биочипов и ее применение в медицинской лабораторной диагностике // Медицинский алфавит. -2009.- № 3.- С. 10-14.

34. Feyzkhanova G., Voloshin S., Smoldovskaya O. et al. Development of a microarray-based method for allergen-specific IgE and IgG4 detection // Clinical proteomics. -2017. doi: 10.1186/s12014-016-9136-7.

35. Иванов Д.В., Лищук А.Н., Колтунов А.Н., Корниенко А.Н. Первичный опыт использования роботов в повседневной клинической практике в РФ/ // Вестник новых медицинских технологий,- 2010.- № 4.- С. 175-176.

36.Овсяницкая Л.Ю. Мехатроника и робототехника как инновационное звено в развитии инженерного и медицинского образования // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». - 2015. -Т. 15.- № 3.- С. 115-123.

37. Biesdorf S., Niedermann F. Healthcare’s Digital Future.// McKinsey Quarterly [updated 2014 Jul; cited 2016 May 3).

38. Указ Президента РФ № 203 от 09.05.2017 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы».

39. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

40. Электронный ресурс telemedicina.ru//Телемедицина – что о ней надо знать, доступ 13.04.2018.

41 Приказ Минздрава России от 30.11.2017 N 965н "Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий" (зарегистрировано в Минюсте России 09.01.2018 N 49577).

42. Постановление Правительства РФ от 05.05.2018 г.за № 555 "О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения".

43. Электронный портал «Медицинская Россия. Статья «Минздрав вводит новую специальность, объединяющую четыре существующих»// Опубликовано 15.12. 2017 г.

Abstract.

M. I. Muslimov

FUTURE MEDICINE:

TRENDS AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS.

National Association of Healthcare Organizations and Managers

The growing number of medical technologies in healthcare poses a global challenge. Molecular genetic diagnostics, gene and genomic technologies, cloning of organs and tissues, bionic sensory prostheses - all this can be actively used in practical health care in decades. In recent years, Russia has seen a real boom in the creation of innovative medical companies that develop software and digital mobile medical devices to monitor the main parameters of the body's state in real time.

Keywords: medicine of the future, genomic technologies, telemedicine, cloning of organs and

tissues, bionic prostheses, artificial intelligence, robotics, digital medicine.

References.

1. Khabriev R.U., Yagudina R.I., Pravdyuk N.G. Health technology assessment. Monograph // Moscow Information Agency, Moscow. -2013 - 416 p.
2. Gerasimenko N.F. 4-P medicine - a new direction in the development of health care // Federal Directory: Healthcare of Russia. - T.13.-M. - Publishing Center "President", - 2013.- P. 96.
3. Mironov V. et al. Organ printing: tissue spheroids as building blocks. // Biomaterials 30.-20092164-2174.
4. Murphy S.V. , Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs.// Nat. Biotechnol. 32 / - 2014773-785.
5. Stepanichev M. Yu. Modern approaches and prospects for the use of gene therapy in Alzheimer's disease // Neurochemistry.- 2011.- vol. 28. -№ 3.- P. 181-191
6. Electronic resource [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1521-2254](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-2254).
7. Agadzhanova A.A. Modern methods of therapy for patients with recurrent miscarriage // "breast cancer" .- №1.-2003.- C.3.
8. Kuzhekina Yu.S., Vorobieva A.S., Vasilenko S.A., Kupsha E.I. Achievements of genetic engineering in the treatment of diabetes // International student scientific bulletin. - 2017 .-- № 6 .; URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=17882> (date accessed: 02.10.2018).
9. Valetdinova K.R. Application of the CRISPR / Cas9 system for the creation and study of cellular models of hereditary human diseases // Genes & Cells, -T. X / -, No. 2.- 2016- P.10-20.
10. Veremeenko D. Gene therapy of aging vs pharmacology // Electronic resource Habr, accessed 2.10.2018 at 11:06.
11. Minenko I.A., Serdyukov D.G. On the history of cloning, the bulletin of new medical technologies.-2014.-№1.-Electronic journal, UDC576.32 DOI 10.12737 / 2907.
12. Berseneva OA, Kulemina OA Polymers of a new generation // Modern chemistry: Successes and achievements: Proceedings of the II Intern. scientific. conf. (Chita, April 2016). - Chita: Young Scientist Publishing House. - 2016 .-- S. 27-29.
13. Solodimova G.A., Spirkin A.N. Information-measuring system of a bionic prosthesis of the lower limb // Measurement. Monitoring. Management. Control.- 2018.-№1 (23) .- P.57-65.
14. Kötteritzsch J., Hager M.D., Schubert U.S. Tuning the Self-Healing Behavior of One-Component Intrinsic Polymers // Polymer. -2015. -V. 69.- P. 321-329.
15. Sitnikov N.N., Khabibullina I.A., Mashchenko V.I., Rizakhanov R.N. Assessment of the prospects for the use of self-healing materials and technologies based on them // Perspective materials. - 2018- No. 2-C. 5-16.
16. Starovoitova VA, Taranik MA, Kopanitsa GD Research of modern medical portable devices Research of modern medical portable devices // Doctor and information technologies. - 2016. -№2, p.54-60.
17. Baulina O.V., Vasilevsky N.V., Snopkova E.V. The use of modern mobile technologies in healthcare, 2014 [Electronic resource] Access mode: [http:// www. scienceforum.ru](http://www.scienceforum.ru).
18. mHealth in China and the United States: how mobile technology is transforming healthcare in the world's two largest economies. Washington DC; 2014.36 p.
19. Zharikov O.G., Kovalev V.A., Litvin A.A. Modern possibilities of using some expert systems in medicine // Doctor and information technologies.- 2008.- No. 5.- P. 24-30.
20. Shelmanov A.O, Smirnov I.V, Vishneva E.A. Information extraction from clinical texts in Russian. Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Papers from the Annual International Conference Dialogue. Issue 14 (21). 2015.1: 560-572 p.
21. Toney L., Vesselle H. Neural Networks for Nodal Staging of Non – Small Cell Lung Cancer with FDG PET and CT: Importance of Combining Uptake Values and Sizes of Nodes and Primary Tumor // Radiology. - 2014.- V. 270.- no. 1.- 91-98 p.
22. Sandler A. What do corporations and startups need to do? Materials of the scientific and practical conference “Digital Health: an innovative event on digital medicine. 02/18/2018 Electronic resource: [https://blog.mednote.life/articles/digital-health-innovacionnoe-meropriyatie-po-cifrovoy-](https://blog.mednote.life/articles/digital-health-innovacionnoe-meropriyatie-po-cifrovoy)

medicine (access date 09/04/2018).

23. Tsvetkova L. Technologies of artificial intelligence as a factor of digitalization of the economy of Russia and the world // *Economics of Science*. -2017. -Т. 3. -№. 2.- P. 126-144.

24. Kryuchin O.V. Artificial neural networks and cluster systems. Implementation of a neural network simulator // *Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and technical sciences*. - 2010.- Т. 15.- No. 1.- P. 306-311.

25. Volchek Yu.A. Shishko O.N. Spiridonova O.S. Mohort T.V. Artificial neural network model position in medical expert systems // *Juvenis Scientia*.- 2017.- No. 9.- C.4 - 9.

26. Frolov A. Transactions for the week: Russian Venture market news from December 12 to December 18 // *Vc.ru*. -2016.- 19.12.2016.

27. Kayyli B., Knott D., Van Kuiken S. The big-data revolution in US health care: accelerating value and innovation.// *McKinsey Quarterly* [updated 2013 Apr; cited 2016 May 3).

28. Kozlov I.G. Monoclonal antibodies - a new era in pharmacology and therapy // *General Medicine* - 2006. - No. 1. - P.26-31.

29. Sergeev V.S., Tikhonenko T.I., Buklaev D.S., Baidurashvili A.G., Afanasyev B.V. Cell therapy of osteogenesis imperfecta // *Genes & Cells*.- Т. XI.- No. 4.- 2016 P.22-33.

30. Kozlovsky B. Electronic resource of RBC:

<https://www.rbc.ru/ins/business/16/12/2015/56702f8b9a7947ea0976ff97>.

31 Electronic resource <https://novate.ru/blogs/280515/31450>.

32. Zasedatelev AS Biological microchips for medical diagnostics // *Science and technology in industry*. -2005.- No. 1.- P. 18-19.

33. Gryadunov DA, Zimenkov DV, Mikhailovich VM Technology of hydrogel biochips and its application in medical laboratory diagnostics // *Medical alphabet*. -2009.- No. 3.- S. 10-14.

34. Feyzkanova G., Voloshin S., Smoldovskaya O. et al. Development of a microarray-based method for allergen-specific IgE and IgG4 detection // *Clinical proteomics*. -2017. doi: 10.1186 / s12014-016-9136-7.

35. Ivanov D.V., Lishchuk A.N., Koltunov A.N., Kornienko A.N. Primary experience of using robots in everyday clinical practice in the Russian Federation // *Bulletin of new medical technologies*, - 2010.- No. 4.- P. 175-176.

36. Ovsiyanitskaya L.Yu. Mechatronics and robotics as an innovative link in the development of engineering and medical education // *Bulletin of SUSU. Series "Computer technologies, control, radio electronics"*. - 2015. -Т. 15.- No. 3.- S. 115-123.

37. Biesdorf S., Niedermann F. Healthcare's Digital Future. // *McKinsey Quarterly* [updated 2014 Jul; cited 2016 May 3).

38. Decree of the President of the Russian Federation No. 203 of 05/09/2017 "On the Strategy for the Development of the Information Society in the Russian Federation for 2017 - 2030".

39. Order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 N 1632-р "On approval of the program" Digital Economy of the Russian Federation ".

40. Electronic resource telemedicina.ru. // *Telemedicine - what you need to know about it*, access 13.04.2018.

41 Order of the Ministry of Health of Russia of 30.11.2017 N 965n "On approval of the procedure for organizing and providing medical care using telemedicine technologies" (registered with the Ministry of Justice of Russia on 09.01.2018 N 49577).

42. Decree of the Government of the Russian Federation of 05.05.2018 No. 555 "On the unified state information system in the field of health care".

43. Electronic portal "Medical Russia. Article "The Ministry of Health Introduces a New Specialty, Combining Four Existing Specialties" // Published on 15.12. 2017 Nov.

Сведения об авторах: Муслимов Муслим Ильясович – к.м.н., ООО «Клиника научной медицины», Национальная Ассоциация организаций и управленцев сферы здравоохранения, office@auz.clinic.